ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1962 N° 24

PHYSIOLOGIE
DES
CÆCUMS DES VOLAILLES

THESE

pour le doctorat vétérinaire

(Diplôme d'Etat)

Présentée et soutenue publiquement en Mai 1962
devant la
Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

PAR

GEORGES, PAUL, JEAN MONSALLIER

Né le 14 Novembre 1936, à BIRMANDREIS (Algérie)

Président : MM. LAPORTE Yves, Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse.

Assesseurs { M. LE BARS, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
M. TOURNUT, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

IMPRIMERIE PARISIENNE
16, Place du Salin, 16
TOULOUSE

1962

PHYSIOLOGIE
DES
CÆCUMS DES VOLAILLES

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546525_0087

ECOLE NATIONALE VETERINAIRE DE TOULOUSE

ANNÉE 1962 N° 24

PHYSIOLOGIE

DES

CÆCUMS DES VOLAILLES

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

THESE

pour le doctorat vétérinaire

(Diplôme d'Etat)

Présentée et soutenue publiquement en Mai 1962
devant la
Faculté Mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse

PAR

GEORGES, PAUL, JEAN MONSALLIER

Né le 14 Novembre 1936, à BIRMANDREIS (Algérie)

Président : MM. LAPORTE Yves, Professeur à la Faculté de Médecine de Toulouse.

Assesseurs { M. LE BARS, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.
M. TOURNUT, Professeur à l'Ecole Nationale Vétérinaire de Toulouse.

IMPRIMERIE PARISIENNE
16, Place du Salin, 16
TOULOUSE

1962

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ECOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE DE TOULOUSE

MM.

Directeur ..... PONS.

Professeur Honoraire ..... LASSERRE.

PERSONNEL ENSEIGNANT

PROFESSEURS

Physique et Chimie Biologique Pharmacie et Toxicologie Hygiène du Lait	GODFRAIN
Anatomie descriptive - Extérieur Anatomie appliquée	BLIN.
Physiologie et Thérapeutique Pharmacodynamie	LE BARS.
Histologie - Embryologie Anatomie Pathologique Inspection des Viandes	LOMBARD.
Zoologie appliquée Parasitologie Externe Parasitologie Interne	BRIZARD.
Pathologie médicale des Equidés et Carnivores Législation Vétérinaire	DARRASPEN.
Pathologie médicale du bétail et des animaux de basse-cour	TOURNUT.
Technique chirurgicale Pathologie chirurgicale	PUGET.
Pathologie de la Reproduction Obstétrique	BERTHELON.
Microbiologie - Immunologie Maladies Contagieuses Police sanitaire	SAURAT.
Ethnologie Hygiène Zootechnie Economie rurale	PONS.
Alimentation - Botanique - Agronomie	FALIU.

CHEFS DE TRAVAUX

Maladies Contagieuses	LAUTIÉ, Agrégé.
Pathologie Médicale - Législation Vétérinaire	LESCURE. Agrégé.
Anatomie Pathologique	GOULARD.
Pathologie Chirurgicale	CAZIEUX.
Pathologie de la Reproduction	ROYAL.
Chimie	MILHAUD.

COURS COMPLEMENTAIRES
CHARGES D'ENSEIGNEMENT

Radiologie	AUVERGNAT.
Droit Vétérinaire	LINON.
Botanique	MORQUER.
Pisciculture	SECONDAT.
Agronomie	BRISEBOIS.
Economie Rurale	MONTANÉ DE LA ROQUE.

ASSISTANT

Pathologie Médicale du Bétail et des Animaux de basse-cour .... LACAZE.

La Faculté et l'Ecole déclarent n'être pas responsables des opinions émises par les candidats (Délibération de la Faculté, en date du 10 mai 1891 et du Conseil de l'Ecole, en date du 13 juin 1924).

A MES PARENTS

Puissent-ils trouver dans ce modeste travail le témoignage de ma grande affection et de mon infinie reconnaissance pour les sacrifices qu'ils se sont imposés pour moi.

A MON FRÈRE

A TOUS LES MIENS

A MES AMIS

A NOTRE PRÉSIDENT DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR Y. LAPORTE

Professeur de Neuro-Physiologie
à la Faculté de Médecine de Toulouse.

Qui nous a fait l'honneur d'accepter la présidence de notre jury de thèse.

Hommages respectueux.

A NOTRE JURY DE THÈSE :

MONSIEUR LE PROFESSEUR LE BARS

Professeur de Physiologie, Thérapeutique et Pharmacodynamie
à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Qui, après nous avoir guidé dans le choix de notre sujet, nous a toujours prodigué ses conseils les plus éminents.

Qu'il veuille bien accepter le plus vif hommage de notre reconnaissance et de notre profonde gratitude.

MONSIEUR LE PROFESSEUR TOURNUT

Professeur de Pathologie du bétail et des animaux de basse-cour
à l'École Nationale Vétérinaire de Toulouse.

Qui nous a aidé dans l'élaboration de ce travail et qui nous a manifesté sa bienveillance en acceptant de faire partie de notre jury de thèse.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre reconnaissance et de notre déférente sympathie.

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BOST

Professeur de Physiologie, Thérapeutique et Pharmacodynamie
à l'École Nationale Vétérinaire de Lyon.

Qui a bien voulu nous accueillir dans son laboratoire et qui nous a toujours entouré de sa bienveillance.

Qu'il veuille bien trouver ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

A TOUS NOS MAITRES
DE L'ÉCOLE NATIONALE VÉTÉRINAIRE
DE TOULOUSE

AVANT-PROPOS

Au seuil de cette étude, nous voulons adresser nos remerciements à tous ceux qui ont contribué à l'élaboration de ce travail.

Pour le guide patient qu'il a toujours été pour nous et pour l'aide qu'il n'a cessé de nous apporter, qu'il nous soit permis de renouveler à M. le Professeur Le Bars l'expression de notre profonde gratitude.

Nos remerciements vont également à tous ceux et celles qui, dans le laboratoire de Physiologie, n'ont pas ménagé leurs efforts pour faciliter la tâche collective et nous aider constamment.

Nous ne devons pas oublier, enfin, que c'est grâce aux crédits accordés au laboratoire de Physiologie de l'École Vétérinaire de Toulouse par la Recherche Scientifique Vétérinaire, qu'une telle étude a pu être réalisée.

INTRODUCTION

Le cæcum a toujours formé une entité bien distincte au sein du tractus digestif et les études passées ou actuelles sur sa physiologie et notamment sa motricité confirment ses particularités.

Nous savons le développement constant de l'élevage aviaire et parallèlement l'étendue des recherches sur la physiologie et la pathologie des volailles.

Pour le thérapeute, leurs cæcums sont les lieux d'élection d'atteintes parasitaires.

Pour quelques physiologistes, ils sont des organes encore mystérieux par certains côtés, véritables « usines » de la digestion et de la nutrition.

Certes, plusieurs travaux sont venus éclairer le fonctionnement de ces cæcums, mais vu les connaissances assez imprécises que nous possédons encore sur leur physiologie, il nous a paru intéressant d'aborder ce sujet et d'utiliser pour ce faire les méthodes d'enregistrement graphique employées jusqu'alors chez d'autres espèces.

Une brève première partie de rappels anatomiques nous conduira à une seconde étape où nous étudierons ainsi l'absorption puis la motricité de ces organes.

Dans une troisième partie, nous analyserons par une étude pharmacologique les particularités réactionnelles de la paroi cæcale.

PREMIÈRE PARTIE

RAPPELS D'ANATOMIE

Le tube digestif des oiseaux comprend à son extrémité aborale deux appendices qui débouchent dans le rectum ou le gros intestin suivant le développement de la portion post-cæcale.

Or, ces organes sont inégalement développés suivant les espèces et peuvent même manquer chez certains oiseaux; il est ainsi possible de reconnaître trois grands types évolutifs.

Une absence totale de cæcums rencontrée chez une minorité d'oiseaux, dont les Psittacidés, les Upupidés, les Préidés et de nombreux Columbidés.

Un type de cæcums perméable au contenu intestinal de capacité variable, mais parfois étendue, répondant au type large que reconnaissait MITCHELL et qu'il estimait adapté à une concentration cellulosique. Ce type se rencontre chez nombre d'oiseaux et en particulier chez les Galliformes.

Enfin des cæcums plus ou moins développés, réduits le plus souvent à des organes lymphoïdes et se rencontrant

chez la majorité des oiseaux et notamment la totalité des Passereaux.

Chez la poule, les deux cæcums sont des tubes en cul-de-sac de 16 à 18 cm de longueur (pour une longueur totale de l'intestin de 150 cm environ) qui partent de la jonction du petit et du gros intestin, ils se dirigent vers le foie, puis se replient sur eux-mêmes, inclinés de haut en bas et d'avant en arrière. Ils sont connectés entre eux par un méso inter-cæcal qui se poursuit par le mésentère normal.

On peut reconnaître dans chaque cæcum trois parties principales :

— Une base étroite avec des parois épaisses émanant de la jonction iléocolique. Nous pensons, en effet, que la portion post-cæcale de l'intestin est suffisamment longue chez la poule (10 cm environ) pour justifier le terme de côlon, l'origine de celui-ci se confondant avec la zone d'implantation des cæcums.

— Une partie moyenne avec des parois plus minces.

— Un sommet en cul-de-sac large avec de nouveau des parois relativement épaisses.

Cette division repose sur un support histologique dont la position éclairera quelque peu les processus physiologiques. A un revêtement séreux richement innervé se superposent trois couches musculeuses, dont la moyenne est circulaire.

A la base du cæcum existent des plis proéminents renfermant une riche musculature lisse. Entre les plis se rencontrent des cryptes glandulaires qui plongent dans

le chorion. L'épithélium se prolonge par des cellules prismatiques à plateau et caliciformes; les cellules de Paneth et les corps de Russel sont nombreux.

Les cellules argentafines sont semblables à celles que l'on voit dans l'intestin grêle. Enfin, beaucoup de tissu lymphoïde remplit le chorion, en particulier à la base.

La portion moyenne est caractérisée par des replis muqueux circulaires que l'on peut distendre. Le tissu lymphoïde n'est plus aussi abondant.

Le sommet présente un épaississement important des trois couches musculeuses; la muqueuse est profondément plissée avec du tissu lymphoïde diffus et distribué à profusion.

La jonction iléo-cæco-colique, enfin, représente le joint où les deux cæcums se branchent sur l'union intestin grêle-gros intestin; le sphincter circulaire semble guider le contenu intestinal vers les cæcums et il est entouré d'une *muscularis mucosæ*.

L'irrigation de tous ces plans est assurée par des ramifications de l'artère cæcale issue de l'artère mésentérique antérieure.

On conçoit ainsi que, pour un anatomiste, un cæcum rudimentaire, fut-il un simple amas lymphatique, est mentionné comme existant. Pour le physiologiste, par contre, seuls les cæcums fonctionnels, c'est-à-dire perméables à certaines fractions du contenu intestinal, méritent l'attention.

DEUXIÈME PARTIE

PHYSIOLOGIE

A. ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES

En 1877, L. Bureau, le premier, lia ou réséqua les cæcums de la poule et mit en évidence la possible résorption d'eau par ces organes.

Depuis, plusieurs auteurs se sont penchés sur le fonctionnement de ces culs-de-sac et sur le rôle qu'ils assument dans la digestion et les synthèses de l'organisme.

I. La dynamique des cæcums

a) *Le remplissage*

Il n'est guère facile à comprendre, car les deux cæcums sont dirigés en sens inverse du courant intestinal et sont inclinés de haut en bas et d'avant en arrière. Le contenu intestinal doit donc prendre un chemin rétrograde et les mouvements antipéristaltiques de l'intestin sont improbables.

Browne, en effet, avait noté que l'excitation mécanique de la partie iléo-cæco-colique du tractus digestif ne laissait pas apparaître de mouvements rétrogrades de la paroi intestinale. Ce même auteur a donc pensé que ce remplissage est surtout le fait de mouvements péristaltiques des cæcums eux-mêmes qui agissent ainsi par aspiration: on peut aussi envisager avec lui une contraction du gros

intestin en arrière de l'abouchement des cæcums et un remplissage par suite de l'augmentation de pression.

En fait, Browne a surtout montré que la quantité de matières intestinales entrant dans le cæcum est directement liée à la fluidité de ces dernières; seuls les aliments colorés fluides peuvent entrer dans les tubes cæcaux et Olson, lors d'expériences similaires, a rejoint ces conclusions.

Mangold, pour sa part, a montré qu'il ne passait dans les cæcums que la 6e à la 16e partie des fécès.

b) *La vidange*

Olson et Mann, par l'emploi de substances marquantes, ont constaté que la concentration dans les cæcums du produit ingéré ne diminue pas 48 heures après le repas et que ces organes ne recèlent plus de traces décelables 120 heures après l'ingestion.

L'expulsion des matières pultacées se produit donc dans un délai assez long après un certain séjour. Browne pense à un voyage de part et d'autre des tubes avant l'évacuation qui serait liée à une fluidité suffisante et peut-être à une certaine tension des parois.

II. Le rôle des cæcums

a) *Rôle digestif*

Maumus, en 1901, pratique des fistules cæcales chez le canard et l'oie et s'intéresse à l'action du suc cæcal. Il met ainsi en évidence un ferment hydrolytique, une invertase active sur le saccharose et un enzyme protéolytique semblable à la trypsine.

Mangold et Radeff, ultérieurement (1928), établirent le rôle des cæcums dans la digestion des celluloses par action bactérienne. La cellulose du grain de maïs digérée à 17,01 pour 100 par l'oiseau normal, ne l'est plus chez l'oiseau cécectomisé. La digestion de la cellulose du grain de blé tombe de 9,25 pour 100 à 1,50 pour 100. Encore convient-il de noter que la disparition d'une substance au cours du transit ne nous autorise pas à conclure avec certitude qu'elle est utilisée.

Olson, en 1935, note dans l'antre cæcale une acidité plus élevée que dans les parties précédentes et suivantes du tractus digestif; est-ce le témoignage de sécrétions différentes produites par les glandes cæcales ? Olson le pense, mais on peut aussi envisager l'élaboration *in situ* d'acides de fermentation.

Johansson, Sarles et Shapiro, en 1948, déterminent que les cæcums sont le siège de la plus grande concentration des microorganismes intestinaux.

b) *Rôle élaborateur*

Aussi les processus bactériens qui peuvent se produire dans les cæcums, le séjour prolongé que les aliments y font et la possibilité d'une résorption, ont incité quelques auteurs à rechercher une élaboration vitaminique dans ces organes.

C'est ainsi que Simonnet, Le Bars et Heim de Balzac, en 1953, ont déterminé le rôle des cæcums dans la synthèse de la vitamine B_{12}; leurs résultats montrent que la concentration en cette vitamine rapportée à la matière fraîche est toujours plus élevée dans le contenu des

cæcums que dans le contenu intestinal. Ils concluent ainsi que les cæcums chez la poule ont une fonction élaboratrice d'un facteur de croissance par action bactérienne, relais compensant la brièveté du tractus intestinal et permettent une stase relativement longue.

De leur côté, COUCH et ses collaborateurs étudiaient en 1950 l'importance du cæcum dans la synthèse intestinale et précisément dans l'élaboration des vitamines du groupe B. Eux aussi soulignent la plus grande concentration vitaminique dans le cæcum que dans l'intestin, comme nous l'indique le tableau que nous reproduisons ci-dessous :

VITAMINES	CÆCUM	INTESTIN
	microgrammes par gramme (poids sec)	
Riboflavine	74,3	28,7
Niacine	392,9	212,3
Ac. pantothénique	96,1	25,5
Ac. folique	32,8	4,2
Biotine	21,1	1,4

Ils ont, par ailleurs, constaté que l'analyse comparée des fécès d'animaux normaux et d'animaux cécectomisés ne différait pas d'une façon appréciable quant à la teneur en complexes vitaminiques B, le tableau que nous leur empruntons en témoigne :

VITAMINES	POULET NORMAL	POULET CÉCECTOMISÉ
	microgrammes par gramme (matière sèche)	
Ac. pantothénique	38	31
Niacine	70	90
Riboflavine	6,0	5,0
Ac. folique	2,4	2,5
Biotine	0,66	0,64

Il apparaît ainsi à la vue de ces résultats que les cæcums ne semblent pas nécessaires à la synthèse des vitamines B. Ils ont un rôle d'accumulation indéniable, mais un pouvoir d'élaboration discuté.

Le cæcum des volailles est donc un organe connu, mais son rôle digestif et nutritionnel est encore suffisamment imprécis pour qu'il nous ait paru intéressant d'aborder l'étude de son absorption et de sa motricité.

B. ABSORPTION

I. Méthodes d'étude

La mise en évidence du pouvoir absorbant du tractus digestif et de l'épithélium cæcal en particulier repose sur des méthodes d'étude qui ont pour but de mettre en lumière le passage à travers la paroi viscérale d'une substance qui, primitivement déposée dans la cavité du viscère, est secondairement retrouvée dans la circulation afférente et, par là-même, dans la grande circulation.

Les méthodes d'étude s'efforceront donc de concrétiser cette présence dans la circulation et ceci selon trois modalités :

- passage d'une substance à effet pharmacodynamique.
- dosages sanguins,
- perfusions.

a) *Passage d'une substance à effet pharmacodynamique*

Cette première méthode se propose de révéler le passage dans la grande circulation de la matière primitivement contenue dans le viscère en employant une substance à action pharmacodynamique bien précisée

(strychnine et anesthésiques, adrénaline, histamine et acétylcholine) dont les effets généraux et locaux sur l'organisme révèlent l'emprunt de la voie sanguine et la présence dans la circulation générale.

C'est là une méthode qui permet de mettre en lumière d'une manière fort rapide l'existence ou l'absence d'absorption, cela d'une façon essentiellement qualitative ; si elle ne renseigne que grossièrement sur l'intensité de l'absorption, elle permet cependant de préciser le temps de latence entre l'introduction de l'élément et son action sur l'organisme.

b) *Dosages sanguins*

Ce second processus de recherches s'attache bien évidemment à démontrer ce même phénomène d'absorption, mais cette fois c'est l'entité propre de l'élément absorbé qu'il convient de retrouver dans la circulation générale par des dosages sanguins successifs. L'existence et l'importance de l'absorption seront donc directement liées aux variations de composition et de concentration sanguines évaluées avant et après l'introduction dans le cæcum de l'élément à doser.

On peut ainsi distinguer deux modalités d'application :

— Un processus s'attachera à la circulation locale et au dosage dans le sang artériel et dans le sang veineux participant à l'irrigation du cæcum où fut introduit un nutriment. Ou bien encore le protocole opératoire s'efforcera de mettre en évidence dans le sang veineux venant du cæcum une substance étrangère à l'organisme.

— Un second processus, moins précis certes, reposera sur des dosages sanguins effectués au sein même de la circulation générale.

c) *Perfusions*

Cette troisième technique de recherche repose sur la perfusion vasculaire de l'organe étudié.

On assure son isolement circulatoire et une dérivation locale et après l'introduction d'une substance dans la lumière du conduit organique on s'efforce de retrouver l'élément absorbable dans le liquide de perfusion efférant. Il aurait ainsi traversé l'épithélium pour être recueilli par le liquide physiologique circulant dans les capillaires et les vaisseaux lymphatiques. C'est là une méthode très valable qui, par le volume réduit du liquide perfusé, permet de mettre l'accent sur une absorption de faible intensité. Il est d'ailleurs utile de compléter ces mesures par des dosages dans le contenu cæcal, qui peuvent confirmer ainsi la disparition du nutriment ou de la substance introduits.

II. Choix d'une méthode

L'irrigation cæcale repose sur un intime réseau impliquant une grande division de vaisseaux, une grande fragilité aussi, qui rendent fort difficiles les prélèvements sanguins au niveau des cæcums des volailles.

De plus, les surfaces cæcales absorbantes sont suffisamment réduites pour n'entraîner qu'une lente absorption des substances à rechercher et conséquemment une incidence faible sur la composition sanguine analysée.

De telles impossibilités nous ont conduit à écarter pour l'heure les deux dernières méthodes d'étude de l'absorption et à nous attacher uniquement à mettre en évidence le passage de substances à effets pharmacodynamiques généraux, pour la strychnine et les anesthésiques, plus spécifiques pour l'adrénaline, l'histamine et l'acétylcholine, dont l'action sur l'organisme tout entier d'une part, sur la pression artérielle d'autre part, concrétise nettement la présence dans le torrent circulatoire.

Pour ce faire, nous avons suivi deux modalités qui s'attachent, l'une à l'animal non anesthésié et à l'effet général, l'autre à l'animal anesthésié et à l'effet sur la pression artérielle.

III. Recherches sur l'animal non anesthésié

A. *Modalités opératoires*

Nous pouvons distinguer deux techniques, l'une explorant l'absorption de la strychnine, l'autre le passage des anesthésiques généraux.

Strychnine.

Ces recherches ont porté sur un lot de quatre volailles pesant 2,560, 2,570, 2,575 et 2,800 kg, mais les modalités opératoires ayant été rigoureusement identiques pour les quatre, nous nous permettrons de ne faire qu'une seule description.

Après une contention solide de l'opéré que l'on place sur le dos et un dégagement du lieu opératoire, nous incisons longitudinalement l'abdomen sur une longueur

de 5 cm, à partir de la pointe du bréchet, ponctionnons le péritoine et extériorisons le cæcum droit.

L'extériorisation doit être suffisante pour permettre une ligature solide à la base du cæcum, respectant l'irrigation de l'organe tout en assurant l'imperméabilité de la lumière.

Nous pratiquons dans un troisième temps la ponction de la pointe en un point avascularisé, introduisons par le passage ainsi créé et à l'aide d'une mince canule plastique très légèrement enfoncée, du sérum physiologique tiédi qui permet une vidange puis un rinçage modéré de l'organe.

Enfin, par la même voie, nous introduisons un trocard de 12 mm, qu'une solide suture en bourse à l'extrême pointe cæcale solidarise à l'organe tout en en assurant l'étanchéité.

Dans un quatrième temps, nous suturons la paroi abdominale d'où fait saillie l'embout du trocard par lequel nous introduisons la solution de strychnine préparée.

Anesthésiques généraux.

La technique employée pour la recherche de l'absorption d'anesthésiques généraux à travers la paroi cæcale rejoint dans ses grandes lignes la méthode décrite pour l'absorption de la strychnine.

Toutefois, il convient de préciser qu'une fois le cæcum extériorisé, nous avons cette fois respecté l'intégrité de la pointe. La ponction, à l'aide d'une fine aiguille hypodermique, a été réalisée, en respectant l'irrigation, à la

base du sac cæcal ; elle permet ici aussi un lavage préalable de la lumière au sérum physiologique tiédi, puis l'introduction de la substance anesthésique. Parallèlement, un fil de soie est chargé autour du cæcum et est progressivement serré au fur et à mesure du retrait de l'aiguille. L'occlusion du sac cæcal est ainsi réalisée et son intégrité est retrouvée.

Dans un quatrième temps, nous suturons la paroi abdominale.

B. *Résultats*

Strychnine.

Sujet n° 1

Nous injectons 10 mg de sulfate de strychnine, soit 1 ml de la solution à 1 pour 1 000, replaçons le mandrin et relâchons la contention du sujet, qui ne présente aucune réaction apparente.

A la 2e minute après l'administration, nous notons une accélération brutale de la respiration, accélération accompagnée d'une diminution de l'amplitude des mouvements.

A la 9e minute, à cette dyspnée progressive vient s'ajouter une contraction tonique des pattes et des ailes, l'animal reposant sur le côté droit.

A la 15e minute, le sujet se redresse brutalement après une période de rémission, se tétanise pendant une dizaine de secondes, puis retombe sur le côté droit, sans présenter d'autres manifestations.

A la 29e minute, à la suite d'un léger attouchement, le sujet présente une nouvelle crise tétanique durant vingt secondes environ, puis revient à sa position initiale.

Par la suite, la respiration s'accélère quelque peu, mais plus aucune contraction n'est observée, même après légère excitation du revêtement cutané.

A la 67e minute, l'animal est sacrifié.

L'examen du cæcum ligaturé, en dehors d'une très légère réplétion, n'offre rien de remarquable.

Sujet n° 2

Cette fois, nous injectons dans le cæcum 20 mg de sulfate de strychnine, soit 20 ml de la solution.

Deux minutes après l'injection, nous relevons une dyspnée croissante et une certaine agitation du sujet, que nous laissons libre de tous mouvements.

Quatre minutes après l'administration, l'animal chute sur le côté droit, puis, aussitôt après cette chute, présente des contractions toniques des pattes et des muscles abdominaux.

A la 5e minute, ces contractions durent soixante secondes environ et sont suivies d'une extension brutale du corps et d'une tétanisation généralisée.

A la 6e minute et durant les deux minutes qui suivent, nous constatons une rémission apparente.

A la 8e minute, une nouvelle crise tétanique apparaît, une extension des membres et du cou, une position en opisthotonos précèdent de peu la mort.

Sujet n° 3

L'injection intracæcale est de 3 mg de sulfate de strychnine, soit un volume de 3 ml.

A la 2e minute, après l'administration, l'animal réagit brutalement, s'accroupit, puis chute sur le sol et présente des contractions des membres et de l'abdomen, auxquelles s'ajoute une accélération de la respiration.

A la 3e minute, ces mouvements désordonnés sont bientôt suivis d'une position en opisthotonos accompagnée de mouvements saccadés du bec.

A la 6e minute, c'est la mort du sujet, qui a conservé sa position en extension.

Tout comme pour le sujet précédent, l'autopsie ne révèle rien d'anormal, si ce n'est cette fois une réplétion plus marquée du cæcum obturé, grossièrement proportionnelle au volume injecté.

Sujet n° 4

Nous injectons une dose de 10 mg de sulfate de strychnine par kilogramme, soit 28 mg sous un volume de 2,8 ml.

Quatre minutes après l'injection, apparaissent des convulsions strychniques typiques, du même ordre que celles décrites précédemment.

A la 6e minute, les convulsions font place à une position en opisthotonos qui sera constante jusqu'à la mort de l'animal, qui survient dix minutes après l'administration de strychnine.

Anesthésiques.

Nos expérimentations ont porté sur un lot de poules, dont le poids oscillait entre 2,800 et 3,100 kg; une première série de recherches a porté sur l'action de l'éthyl-uréthane, une seconde sur celle du pentobarbital en solution sodique.

— *Ethyl-uréthane.*

Une dose de 10 g en solution à 20 pour 100, introduite dans le cæcum ligaturé, entraîne, trois minutes après l'injection, un assoupissement, puis bientôt un sommeil profond de l'animal. Cette hypnose le conduira jusqu'à la mort, qui survient 55 à 60 minutes après le début de l'expérience.

La toxicité d'une telle dose nous a conduit à réduire de moitié la quantité administrée.

Aussi, après l'injection de 5 g d'éthyl-uréthane sous un volume identique de 5 ml, nous relevons un assoupissement du sujet trois minutes après l'injection. Au bout de trente minutes, il apparaît des troubles de l'équilibre qui seront suivis, dans un délai de dix à vingt minutes, d'un sommeil profond entretenu pendant six à huit heures.

Dans un troisième cycle de recherches, nous avons, sous un volume constant de 5 ml, introduit 1 g d'éthyl-uréthane; une somnolence manifeste, mais passagère, apparaissait dans les trois minutes qui suivaient l'administration. Elle était entretenue, puis suivie d'un sommeil profond de sept à huit heures après l'injection dans l'autre cæcum de 4 g d'éthyl-uréthane. Il apparaît donc que

nonobstant la quantité administrée, la dilution du produit introduit en facilite une meilleure absorption, une utilisation rapide et, partant, une action fugace.

— *Pentobarbital.*

Sur un lot de poules pesant entre 2,800 et 3 kg, nous avons injecté dans le cæcum ligaturé une dose unique de 325 mg de pentobarbital sodique.

Au bout d'une heure, nous notions une anesthésie légère avec somnolence et perte de l'équilibre.

Deux heures après, le sommeil était profond et se prolongeait pendant cinq heures environ.

IV. Recherches sur l'animal anesthésié

a) *Modalités opératoires*

Nous nous proposons donc cette fois d'analyser l'absorption de substances pharmacodynamiques, telles l'adrénaline, l'histamine et l'acétyl-choline, en fonction des incidences hyper ou hypotensives que l'on est en droit de prévoir.

Il nous faut alors précéder l'expérimentation de deux temps préparatoires, qui permettent, d'une part l'injection de la substance dans le cæcum ligaturé, d'autre part la mesure de la pression artérielle par isolement de la carotide reliée à un manomètre enregistreur, le tout sur l'animal anesthésié bien évidemment.

Anesthésie.

Nos premières expérimentations ont porté sur des sujets anesthésiés au penthiobarbital en solution sodique par injection dans la veine alaire de 70 mg en un premier temps, puis de 15 mg par voies intramusculaire et intraveineuse alternées, soit toutes les quinze minutes en moyenne.

Cette méthode permettait une bonne anesthésie, mais de brève durée et entraînait une apnée initiale et un emploi constant de la veine alaire, qui compromettaient parfois l'anesthésie.

Aussi, avons-nous bientôt préféré employer l'uréthane en solution plus ou moins concentrée (de 10 à 80 pour 100) à la dose de 1.1 g par kg de poids vif et par voie intrapéritonéale. Nous obtenons ainsi une anesthésie d'une rapidité inconstante (de 10 minutes à 1 h 30) liée apparemment au volume de la masse graisseuse siégeant dans l'abdomen; quoi qu'il en soit, le sommeil était ensuite profond et durable (4 h 30 en moyenne).

Isolement de la carotide.

Après avoir porté le cou en forte extension, le sujet étant placé sur le dos, ailes et pattes écartées, nous incisons longitudinalement l'épiderme du cou sur 4 cm environ, en partant de l'entrée de la poitrine.

Cette incision libère à la vue un plan musculaire important groupé autour des vertèbres cervicales.

Il nous faut, dès lors, en se reportant le plus possible vers la fourchette, inciser sur le raphé médian les muscles

cervicaux et mettre ainsi en évidence les deux carotides accolées, non encore encaissées dans la gouttière cervicale.

Après isolement d'une carotide, nous y engageons une fine canule à l'aide d'une légère incision du vaisseau et le relions à un manomètre à mercure par un conduit où fut injectée une solution héparinée.

Préparation du cæcum.

Dans un deuxième temps, nous incisons sur le plan médian, longitudinalement et sur une longueur de 5 cm à partir de la pointe du bréchet, la paroi abdominale, le péritoine et dégageons l'un des deux cæcums.

Après l'avoir extériorisé avec précaution, nous le ligaturons tout près du carrefour cæcal en ayant soin de respecter la vascularisation ; puis nous incisons légèrement la pointe de façon à permettre la vidange et le rinçage au sérum physiologique tiédi. Par la brèche ainsi créée, nous introduisons un trocard de 12 mm et ligaturons la pointe cæcale par une suture en bourse.

Dans un dernier temps, nous replaçons le cæcum dans ses rapports antérieurs et suturons la plaie abdominale qui ne livre passage qu'au trocard.

b) *Résultats*

Adrénaline.

Nous avons opéré sur des sujets adultes mâles ou femelles, de race Legorhn, dont le poids oscillait entre 1 680 g et 2 870 g.

Nous avons employé des solutions fraîches d'adrénaline au 1/1 000e, diminuant ainsi le volume injectable, tout en assurant une dose active de l'ordre de 0,5 mg à 3 mg.

Chaque expérimentation nous a conduit à observer une nette hypertension selon des modalités comparables dans l'ensemble et que nous avons résumées dans le tableau ci-dessous :

Dose d'adrénaline	Anesthésique	P. A. initiale en cm de Hg	P. A. maximum en cm de Hg	Δ en cm de Hg	Temps de latence en minutes	Durée de l'hypertension en minutes
0,5 mg	penthio-barbital	13,8	18,3	+ 4,9	2,30	18
3 mg	uréthane	6	9,2	+ 3,2	11	38
3 mg	uréthane	5,5	8,6	+ 3,1	12	28
3 mg	uréthane	6,2	8,7	+ 2,5	9	25
3 mg	uréthane	5,1	7,5	+ 2,4	14	28

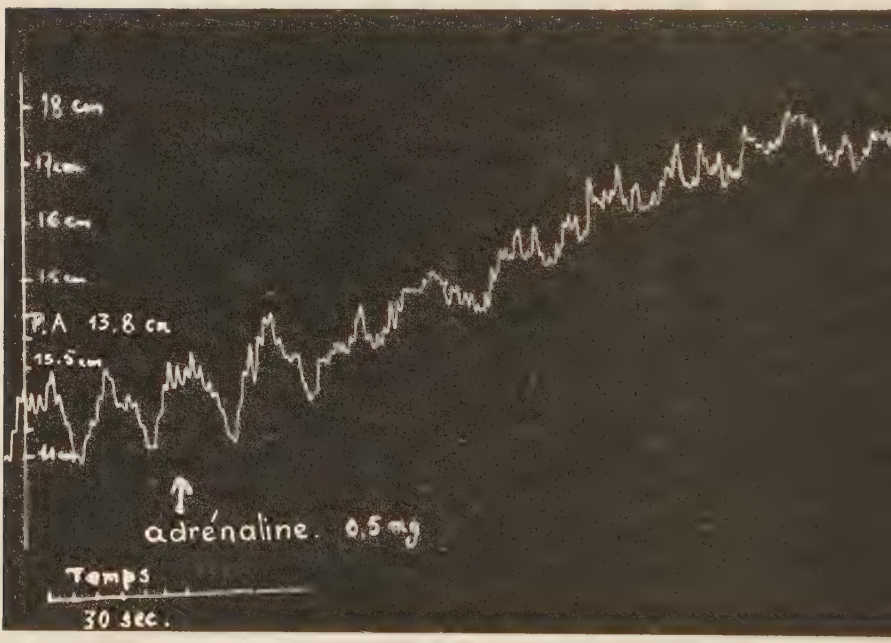
Absorption transcœcale de l'adrénaline et influence sur la pression artérielle

Le temps de latence et la durée de l'hypertension ont été déterminés en relevant la première différence de pression égale ou supérieure à 0,5 cm.

Il convient de noter, d'autre part, que la première expérimentation, basée sur une injection de 0,5 mg

d'adrénaline au 1/1 000e, s'adressait à un sujet anesthésié au penthiobarbital sodique par voie intraveineuse (graphique I).

Au cours des autres expérimentations portant sur des sujets anesthésiés à l'uréthane par voie intrapéritonéale. l'injection intracæcale, d'une dose initiale de 1 mg d'adrénaline au 1/1 000e. ne provoquait aucune réaction hypertensive et conduisait au contraire et constamment



Graphique I. — Influence sur la pression artérielle de l'introduction intra-cæcale d'adrénaline (0,5 mg)

à une très légère hypotension; peut-être était-elle due aux manipulations exigées par l'injection ou au fait qu'une légère absorption se manifestait. En effet, on sait que chez le chien des doses faibles d'adrénaline déterminent une hypotension.

Une dose double d'adrénaline, soit 2 mg, n'entraînait qu'irrégulièrement une incidence sur la pression sanguine et ne modifiait pas ou modifiait peu le tracé d'une pression artérielle initialement basse en général.

Aussi, dans les expérimentations qui ont suivi, avons-nous choisi délibérément la dose primitive de 3 mg d'adrénaline au 1/1 000^{e}. Nous avons eu alors, avec une régularité constante, une phase hypertensive qui suivait l'injection intracæcale, après un délai de latence sensiblement égal, comme l'indique le tableau.

Histamine.

En poursuivant un but analogue et en procédant d'une manière rigoureusement identique, nous avons opéré sur un autre lot de poulets en injectant dans le cæcum préparé une solution fraîche au 1/1 000^{e} d'histamine et en recherchant l'hypotension consécutive à son absorption par la muqueuse cæcale.

Alors que ce pouvoir absorbant avait été révélé dans des conditions identiques par l'emploi de l'adrénaline, aucune des sept expériences effectuées sur l'histamine n'a conduit à des résultats positifs.

Nous avons expérimenté, tout comme pour l'adrénaline, une dose basale de 1 mg d'histamine; devant l'inaction d'une telle dose, nous avons progressivement augmenté la quantité de principe actif injecté et avons ainsi atteint

la dose initiale de 5 mg, soit sous une concentration de 1 pour 500, donc un volume de 2,5 ml, soit sous un volume de 5 ml (solution à 1 pour 1 000) pour dévoiler l'influence possible sur le pouvoir d'une distension plus grande de l'organe.

Malgré ces diverses modalités, jamais le tracé régulier de la tension artérielle qui, suivant les sujets, oscillait entre 5,8 et 7,1 cm de mercure, n'a été modifié.

Devant la positivité des résultats antérieurs obtenus avec la strychnine, les anesthésiques et l'adrénaline, nous pouvons être en droit de conclure que ces échecs ne condamnent pas l'existence du pouvoir absorbant de la muqueuse cæcale des volailles, mais mettent plutôt l'accent sur un comportement particulier de l'histamine chez cette espèce.

Poursuivant plus avant nos conclusions, nous avons supposé une concentration particulière d'histaminase dans le milieu cæcal qui détruirait l'effet pharmacodynamique de cette substance et qui, si elle n'en entraverait pas l'absorption en elle-même, en cacherait néanmoins le passage aux yeux de l'expérimentateur en lui enlevant une possibilité de révélation.

C'est là une hypothèse explicative, mais la possibilité d'une particulière richesse d'histaminase dans le milieu cæcal n'a, jusqu'à l'heure actuelle, reçu aucune suite positive.

Acétyl-choline.

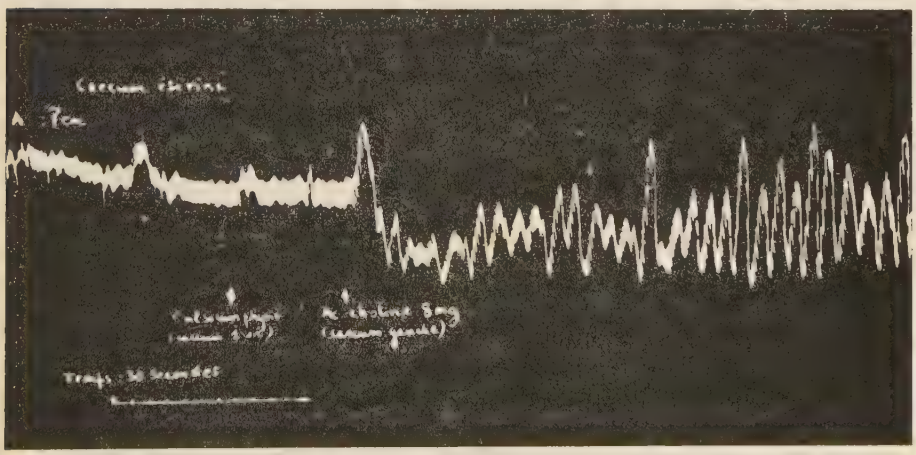
Dans un troisième temps de recherches, nous avons utilisé le même protocole opératoire pour permettre de

dévoiler le passage transcæcal de l'acétyl-choline, en nous efforçant d'enregistrer une chute sensible de la pression artérielle. Nos expériences ont porté sur un lot de volailles adultes d'un poids voisin de 3 kilogrammes.

Dans un premier cycle opératoire, nous avons injecté dans la lumière cæcale 5 mg d'acétyl-choline sous un volume de 5 ml: aucune modification de la pression artérielle n'a pu être enregistrée à la suite de cette injection.

Une dose plus forte, soit 8 mg, fut donc introduite et nous avons noté alors une brusque chute de pression artérielle 60 à 90 secondes après l'injection, chute de 1,8 à 2,5 cm et suivie d'un retour à la valeur initiale en dix minutes environ.

Dans un deuxième cycle de recherches, nous avons voulu éliminer l'influence éventuelle des cholinestérases qui pourraient siéger dans l'antre cæcale.



GRAPHIQUE II. - Influence sur la pression artérielle de l'introduction intracæcale de 8 mg d'acéthyl-choline.

L'introduction préalable de sérum physiologique dans l'autre cæcum n'avait produit aucun accident.

Aussi, dans un temps préliminaire, avons-nous lavé le cæcum au moyen d'une solution ésérinée à 0,1 mg par ml, puis injecté de l'ésérine par voie intraveineuse à la dose de 0,1 mg par kg de poids vif. L'injection d'ésérine par voie veineuse a été faite dans le but de mettre en évidence le passage dans la circulation sanguine de faibles quantités d'acétyl-choline. En effet, on peut supposer *a priori* qu'une absorption faible n'est pas révélée par ses effets sur la pression artérielle, l'acétyl-choline étant immédiatement inactivée par les cholinestérases sanguines. Immédiatement après l'administration d'ésérine, nous avons introduit, comme précédemment, 5 mg d'acétyl-choline dans le cæcum; nous avons relevé une légère hypotension de l'ordre de 0,5 cm en moyenne, survenant une à deux minutes après l'introduction.

De façon à apprécier avec plus de clarté le passage de l'acétyl-choline, dans la circulation générale, nous avons par la suite expérimenté avec une dose de 8 mg d'acétyl-choline, soit 8 ml de volume injecté. Nous avons ainsi constamment enregistré, une à deux minutes après l'injection, une chute importante de la pression artérielle (2 à 3 cm) inégalement précédée d'une légère hypertension. Suivent ensuite des phases successives d'hypo et d'hypertension s'étendant sur plus de dix minutes, comme le montre le graphique II. L'injection d'atropine, à la dose de 0,5 mg par kg, par voie intraveineuse, rétablit par degrés la pression artérielle à sa valeur initiale.

Il convient de noter qu'au cours de ces expérimentations, il nous a été donné de rechercher l'influence éventuelle sur l'absorption de la tension des parois cæcales. Aussi, durant les périodes hypo et hypertensives

qui suivaient l'injection d'acétyl-choline, avons-nous introduit dans le cæcum contenant déjà cette substance, 2 à 4 ml de sérum physiologique tiédi; une minute après cette manœuvre, nous notions avec régularité une nette incidence hypotensive, de brève durée certes, mais qui peut laisser supposer un nouveau passage d'acétyl-choline. Il est bon de préciser que l'injection de sérum physiologique dans l'autre cæcum ligaturé, mais exempt d'acétyl-choline, n'a jamais entraîné d'incidence sur l'enregistrement de la pression artérielle.

V. Conclusions

La structure cæcale comprend, nous le savons, un nombre important de villosités, de surfaces à absorption et de glandes à mucus. Les processus bactériens qui peuvent se produire dans cette portion du tractus intestinal, le séjour prolongé qu'y font les aliments, tous ces facteurs nous faisaient entrevoir la possibilité d'une résorption.

A l'issue des expérimentations menées vers la seule recherche de l'absorption, sans se pencher sur les modalités intimes, nous sommes assurés du pouvoir absorbant de la muqueuse cæcale. L'analyse des résultats obtenus, tant sur les sujets non anesthésiés, que sur ceux soumis au pentobarbital ou à l'uréthane, nous montre que les molécules de strychnine et d'anesthésiques d'une part, d'adrénaline et d'acétyl-choline d'autre part, ont traversé l'épithélium cæcal et gagné la grande circulation.

L'absorption au niveau des cæcums existe donc bien; le rôle favorable de la tension des parois, donc de la réplétion des cæcums eux-mêmes, a pu être envisagé à

la lumière de quelques particularités expérimentales. On peut peut-être penser qu'un processus osmotique ou de simple diffusion serait en effet favorisé par l'existence d'une pression plus grande dans le milieu cæcal.

Mais la dose élevée de substance active introduite dans la lumière et la durée du temps de latence entre l'introduction et l'action de ces corps, mettent l'accent sur la relative lenteur du processus. Or cette lenteur est compatible avec le rôle de réservoir liquide entrevu par BROWNE et avec les fonctions de synthèse, sur lesquelles de nombreuses expérimentations ont porté.

C. MOTRICITÉ

I. Généralités

L'étude physiologique des cæcums nous conduit à examiner dans un deuxième temps la motricité spontanée de ces organes.

L'histologie nous a révélé un assez riche réseau de fibres lisses et il a été possible de distinguer trois couches parmi la musculeuse.

En 1922, Browne, au cours de ses observations sur le tractus digestif des volailles, avait relevé l'excitabilité et la motricité spontanée des cæcums. Immédiatement après le sacrifice de ses sujets d'expérience, il pratiquait une laparotomie et excitait par une piqûre la muqueuse cæcale; une légère onde de contractions apparaissait en ce point excité et gagnait la pointe de l'organe. Puis il distinguait une onde plus intense qui partait de l'infundibulum et gagnait l'intestin.

Ainsi, d'après cet auteur, à une aspiration préliminaire succédait un mouvement de brassage.

Lors de nos expériences, nous avons, dans un premier temps, suivi ce même protocole, mais la réponse de la musculeuse était souvent fort discrète; l'inspection ne

révélait pas de péristaltisme spontané, contrairement à l'intestin grêle et l'excitation n'apportait qu'une légère et inconstante constriction.

Ces quelques données de base nous ont donc incité à nous attacher avec plus de précisions à l'examen de cette motricité.

Après une revue sommaire des méthodes d'études *in situ* déjà utilisées, nous décrirons la technique d'enregistrement employée et les résultats obtenus. Une deuxième étape nous conduira à l'examen de la motricité cæcale *in vitro*; la description du matériel d'étude sera suivie des résultats et conclusions auxquels il aura permis d'accéder.

II. La motricité *in situ*

a) *Les méthodes d'étude*

Ces méthodes prennent place dans deux grands groupes de modalités opératoires: les méthodes non chirurgicales et les méthodes sanglantes.

Les méthodes non chirurgicales.

Elles s'emploient à mettre en évidence la motricité de l'organe en examinant la pénétration de l'aliment dans les conduits intéressés, la durée de sa stase et la rapidité de son évacuation.

Dans ce but, il convient donc d'utiliser des aliments marqués qui puissent témoigner de leur présence, soit à l'autopsie, soit à la radiographie.

— Browne, en 1922, avait utilisé dans un premier cycle d'expériences, des galettes de pain, auxquelles il adjoignait du sable et des particules de plomb de diamètres variables. Il alimentait ainsi ses sujets d'expérience, sans diète préalable, puis les sacrifiait dans des délais croissants de 6 à 48 heures et examinait le contenu des cæcums en recherchant la présence de ces solides.

Dans un deuxième cycle de recherches, il s'est attaché à un processus légèrement différent en s'aidant d'une solution de bleu de méthylène qu'il introduisait par voie cloacale; pour ce faire, il utilisait une seringue dont l'embout était poussé le long du plancher du cloaque jusque dans le conduit intestinal, et il injectait ainsi sa solution colorée, qu'une légère pression conduisait immédiatement dans le cæcum. Ensuite, une sacrification et une autopsie, pratiquées dans des délais variables, permettaient de retrouver le passage, la présence ou l'absence de la solution teintée.

— Olson, Carl et Mann, en 1935, ont repris ces expériences et ont suivi un protocole semblable, s'attachant à leur tour à la fluidité ou à la solidité des substances marquantes qu'ils ont introduites par la seule voie orale.

Ainsi, plusieurs substances furent mêlées à la nourriture qui se composait à parties égales de blé concassé et de farine, auxquels était jointe une ration standard avec 10 % de babeurre desséché; les substances décelables étaient le charbon animal pour les solides, du rouge carmin, du rose bengale ou du trypan bleu, pour les fluides. Ils pratiquaient la recherche de ces corps mar-

quants à la faveur de l'autopsie qu'ils conduisaient dans des délais variant de 15 minutes à 120 heures.

— Steinmetzer, en 1924, Henry, Mac Donald et Magee, en 1933, Ferrando, Froget et Heude enfin, en 1961, ont étudié le transit alimentaire du poulet et conséquemment la motricité digestive.

Pour ce faire, ils ont fait appel à la méthode radiographique et fait absorber à leurs volailles, en prises successives et espacées, pour Steinmetzer et Henry, en une seule fois et sans diète préalable, pour Ferrando, du sulfate de baryum qui joue le rôle de substance contrastante. Dès lors, la progression de cet élément marquant est suivie par radioscopie ou radiographie, en prenant des clichés à intervalles variables.

Les méthodes sanglantes.

Ce second processus opératoire ne fait plus appel à des éléments colorés ou contrastants dont le cheminement matérialise la motricité et ses modalités, mais s'emploie à transcrire directement les mouvements de l'organe par une méthode d'enregistrement graphique, qui nécessite la mise en place *in situ* d'éléments explorateurs.

Le tractus digestif peut paraître immobile de visu, mais néanmoins animé de mouvements de faible amplitude suffisants pour produire des oscillations sur le graphique. Aussi, c'est cette méthode d'étude qu'il nous a été donné d'employer.

b) *La technique employée*

L'enregistrement graphique des contractions traduit les différentes pressions subies par un ballonnet explorateur que l'on introduit dans la lumière cæcale. Il apparaît donc deux pôles de descriptions, la préparation du sujet et le matériel utilisé.

Préparation du sujet.

Après une anesthésie à l'uréthane par voie intrapéritonéale, les poulets, nullement soumis à un jeûne préalable, sont placés sur le dos, ailes et pattes écartées, de façon à livrer un libre accès à la paroi abdominale. Après avoir débarrassé la peau de ses plumes et duvet, nous l'incisons longitudinalement et suivant un plan médian sur une longueur de 5 à 6 cm, en commençant à 3 cm de la pointe du bréchet. La ponction du péritoine précède de peu la mise en évidence des cæcums et l'extériorisation de l'un d'eux (indistinctement le droit ou le gauche). En ayant soin de respecter la fine vascularisation, nous incisons légèrement la paroi cæcale aux limites de la base du tube et de la jonction intestinale. Après dilution au sérum physiologique tiédi des matières entreposées et leur vidange progressive par inspiration, nous introduirons par la faille créée le ballonnet explorateur, dont le sommet est dirigé vers le cul-de-sac de l'organe.

Une suture en bourse solidarise l'élément explorateur et le cæcum exploré. La brèche cutanée est refermée et recouverte d'une gaze tiédie ; un mince tube en caoutchouc relie l'enceinte du ballonnet à la capsule de Marey suivant deux modalités que nous allons décrire.

Matériel utilisé.

Les ballons explorateurs sont de minces membranes élastiques allongées et étroites de 45 à 70 mm de longueur.

Dans un premier cycle d'expériences, ces enveloppes étaient adaptées à l'extrémité d'un tube en caoutchouc relié à un manomètre à eau, lui-même en relation avec un tambour de Marey; une fois en place, les ballons étaient remplis d'eau à 40° afin de réaliser un contact étroit avec la paroi.

Lors d'une seconde série d'expérimentations, nous avons adapté l'extrémité du doigtier explorateur à un tube en caoutchouc qui le reliait à une seconde enveloppe élastique enfermée dans une enceinte étanche; dès lors, ce sont les variations de volume de cette dernière enveloppe qui influent sur le volume d'air emprisonné dans l'enceinte et sont ainsi transmises au tambour de Marey, avec laquelle il est en relation. Dans une dernière étape le stylet de la capsule de Marey inscrit sur un cylindre enregistreur.

Critiques.

Ainsi, la moindre variation de pression dans l'enceinte du ballonnet explorateur, qu'une très légère tension solidarise au cæcum, traduit une constriction ou une dilatation de la paroi cæcale, donc sa motricité.

Chaque onde motrice ne peut que graver son empreinte, mais aussi chaque pression exercée sur le sac cæcal, donc sur le doigtier explorateur; nous pouvons ainsi entrevoir les perturbations apportées dans l'enregistrement par les mouvements respiratoires qui animent thorax et abdo-

men ; la sensibilité du montage entraîne une transcription fidèle, mais non sélective des mouvements imposés à l'élément enregistreur et les manifestations propres au cæcum seront relevées avec rigueur. mais surimprimées aux mouvements respiratoires.

c) *Résultats obtenus*

L'étude des courbes.

Nos expériences ont porté sur onze volailles, d'un poids compris entre 1,900 kg et 2,980 kg, nourries de façon continue avec un aliment complet en farine, et non soumises à un jeûne préalable. L'enregistrement de la motricité spontanée a duré, selon les expériences, de 10 mn à 7 h 30.

Or, quelle que soit la durée de l'expérimentation, les mouvements enregistrés ont toujours été d'une régularité constante, ils étaient calqués sur les mouvements respiratoires que nous avons d'ailleurs été amené à enregistrer simultanément, reliant pour cela la trachée à une capsule enregistreuse et superposant très exactement les deux graphiques.

L'essai d'enregistrement de la motricité spontanée *in situ* n'a donc pas permis de déceler le moindre mouvement moteur de la part du cæcum exploré et ceci sur un laps de temps allant de 10 mn à 7 h 30.

Il est bon de noter, toutefois, qu'au cours d'un enregistrement de longue durée effectué lors d'études pharmacologiques *in vivo*, nous avons relevé une contraction triphasique spontanée, mais survenant 8 mn après une injection de 10 mg d'adrénaline.

Nous aurions pu, bien sûr, incriminer la faible sensibilité de nos méthodes d'investigation, mais à l'issue de chaque expérimentation nous avons administré par voie intraveineuse (veine alaire ou jugulaire) 50 mg d'acétylcholine, injection qui, avec une constante régularité, entraînait une ample contraction cæcale et déterminait un accident de la courbe, alors que l'enregistrement superposé de la respiration n'était en rien perturbé. Après cette excitation pharmacologique de l'organe, nous avons essayé de surprendre un réveil de la motricité spontanée en poursuivant pendant 30 à 40 mn l'enregistrement en cours, mais sans succès.

L'interprétation des résultats.

Devant cette constante atonie cæcale, nous nous sommes efforcé de déterminer les facteurs expérimentaux qui auraient pu entraver une motricité éventuelle.

La sensibilité de l'enregistrement ne peut être mise en cause et nos critiques vont surtout à l'anesthésique général; nous savons que l'anesthésie peut inhiber la motricité des réservoirs digestifs et ce phénomène nous est révélé par des travaux effectués sur le tractus digestif des ruminants par LEBRUMENT; on est en droit de penser à semblable inhibition chez le poulet devant la régulière atonie enregistrée.

Toutefois, les recherches antérieures avaient elles aussi mis l'accent sur la rareté des contractions cæcales.

— BROWNE notait que les fluides contenus dans les cæcums n'étaient pas évacués immédiatement; il avait évoqué également le rôle favorisant d'une certaine tension des parois. Sur ce point, notre montage nous a permis

d'agir très différemment sur les parois de l'organe, mais jamais nous n'avons pu relever qu'une tension croissante déterminait l'apparition d'un péristaltisme.

— Olson, lui aussi, avait montré que les substances marquantes introduites dans la lumière cæcale n'étaient évacuées que dans un délai variant de 48 à 120 heures.

— Ferrando, enfin, n'a jamais pu relever l'image radiographique des cæcums.

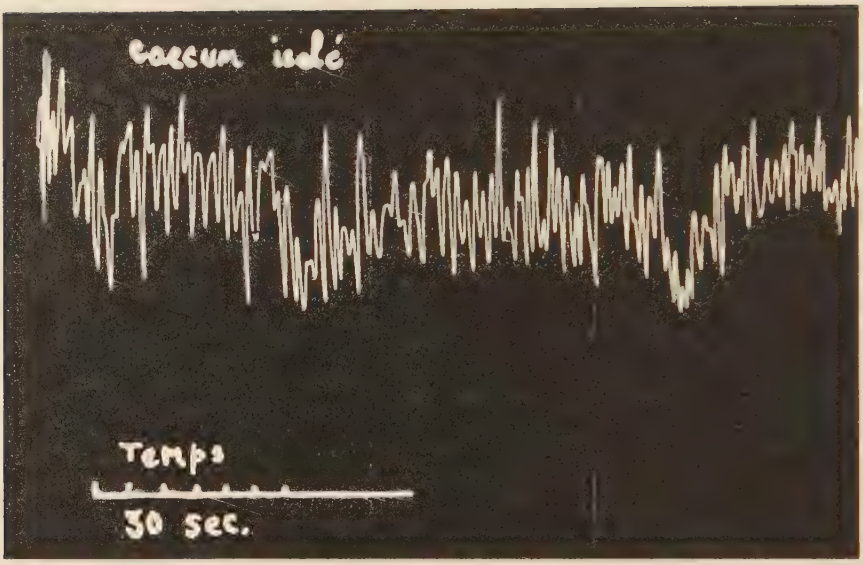
Les contractions du cæcum sont donc d'une rareté encore une fois confirmée et l'impossibilité de les révéler *in situ* nous a conduit à examiner la motricité *in vitro*.

III. La motricité *in vitro*

a) *Technique employée*

L'examen de la motricité cæcale *in vitro* a été effectué dans une cuve d'un modèle couramment utilisé lors d'études sur organes isolés.

Cette cuve, entourée d'une enceinte liquide qui, par thermostat, entretenait une température de 40°C, contenait 100 ml de liquide de Tyrode titrant 2 g de glucose par litre. Une oxygénation à débit variable était assurée.



GRAPHIQUE III.
Motricité spontanée *in vitro* d'un fragment de cæcum de volaille isolé.

C'est dans ce bain nutritif que l'on plongeait un prélèvement cæcal, long de 4 cm environ, extrait de la partie basale et moyenne de l'organe quelques secondes après le sacrifice. Un rinçage au sérum physiologique tiédi assurait le nettoyage de la lumière.

Les extrémités sont ligaturées et les fils utilisés pour ces ligatures permettent de solidariser le prélèvement d'une part, à un support en verre qui plonge dans le liquide, d'autre part à un bras de levier de grande sensibilité ; une tension définie du fil (1 à 5 g) permettait une transmission fidèle des mouvements de l'organe, mouvements inscrits sur le graphique par un stylet solidaire du bras de levier.

b) *Résultats*

La survie des prélèvements dans le bain de Tyrode nous a semblé être assurée pendant 1 h 40 à 2 heures environ et nos enregistrements ont porté sur 50 à 80 mn, de façon à recueillir les mouvements spontanés de l'organe, sans qu'ils nous paraissent modifiés par une fatigue souvent rencontrée par la suite.

L'enregistrement dévoile ainsi les mouvements réguliers de la paroi cæcale; on peut distinguer aussi, comme nous le montre le graphique III, les ondes d'un tonus modéré s'étendant chacune sur 5 mn 30 à 6 mn et au sein desquelles émergent six à huit contractions monophasiques encadrant des mouvements discrets et souvent biphasiques, aussi bien dans leur tension que dans leur relâchement. Mais jamais, dans ces enregistrements s'étendant sur une heure en moyenne, nous n'avons pu relever d'amples mouvements contracturants spécifiques de la paroi cæcale chez d'autres espèces et témoignant une forte tension de l'organe, nécessaire semble-t-il à une évacuation brutale du contenu.

Les contractions enregistrées *in vitro* confirment donc l'existence d'un automatisme cæcal; la motricité enregistrée est modérée, certes, mais bien en contradiction avec l'atonie révélée *in situ*.

TROISIÈME PARTIE

PHARMACOLOGIE

Nous avons déjà mentionné, lors de l'étude de la motricité *in situ*, les possibilités de réponse de la paroi cæcale aux excitants pharmacologiques.

Cette propriété nous a conduit à examiner plus avant l'effet de certaines drogues sur le cæcum isolé et à en préciser ainsi les particularités réactionnelles.

A. ETUDE *IN SITU*

I. Modalités opératoires

Ce sont les mêmes que pour l'étude de la motricité *in situ*. Un ballonnet explorateur est introduit dans le cæcum d'animaux anesthésiés et relié à un tambour de Marey.

Les injections de substances pharmacologiques sont faites soit par la veine alaire, soit par la veine jugulaire, lorsque celle-ci est mise à nu à la faveur d'une trachéotomie ou d'un isolement de la carotide.

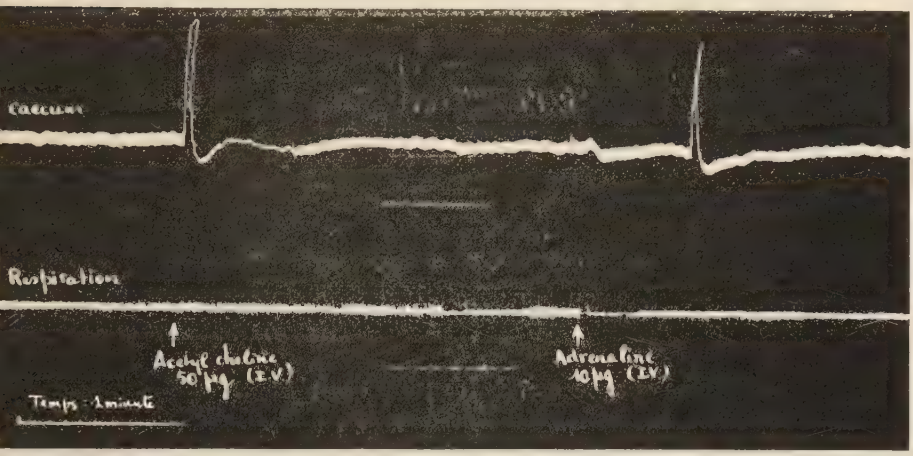
II. Résultats obtenus

Nous avons opéré sur des volailles dont le poids oscillait entre 1 920 et 2 500 g. Il nous a été donné d'examiner l'effet de l'acétyl-choline, de l'adrénaline et du chlorure de baryum.

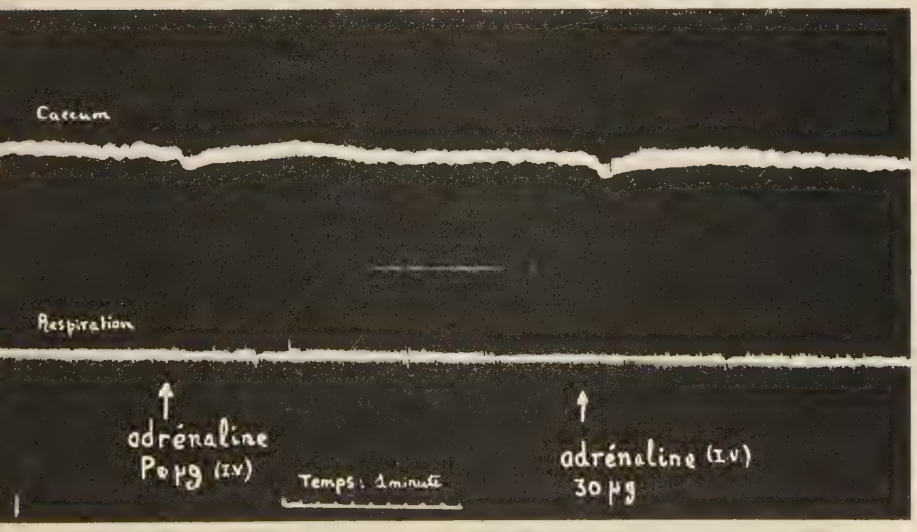
a) *Acétyl-choline*

L'injection primitive de 50 µg d'acétyl-choline entraîne immédiatement une contraction marquée de la paroi cæcale, suivie, quinze secondes après en moyenne, d'une légère décontraction (dépression d'amplitude quatre fois

moins intense que l'onde motrice) et d'un retour à un tonus normal en une minute environ (graphique IV).



Graphique IV. — Action de l'injection intraveineuse de 50 µg d'acétylcholine sur la motricité cæcale. Il convient de noter la contraction spontanée enregistrée 8 mn après l'injection d'adrénaline.



Graphique V.

Action de deux injections intraveineuses de 30 µg d'adrénaline sur la motricité cæcale.

Parallèlement, l'enregistrement de la pression artérielle dévoile une nette hypotension (5,7 cm à 2,5 cm de mercure par exemple) coïncidant, dans le temps, à la phase contractante du cæcum, puis une hypertension compensatrice au moment de sa phase dépressive.

Devant la netteté d'une telle réponse, nous avons cherché à déterminer la dose seuil d'acétyl-choline. Nous avons ainsi obtenu une réponse motrice après l'injection de 12,5 µg de produit. Pour cette dose, nous obtenons une contraction immédiate, nette, mais peu intense, arrivant à son maximum en deux ou trois paliers successifs et annulée en quinze secondes environ. Aucune décontraction secondaire n'a été enregistrée.

b) *L'adrénaline*

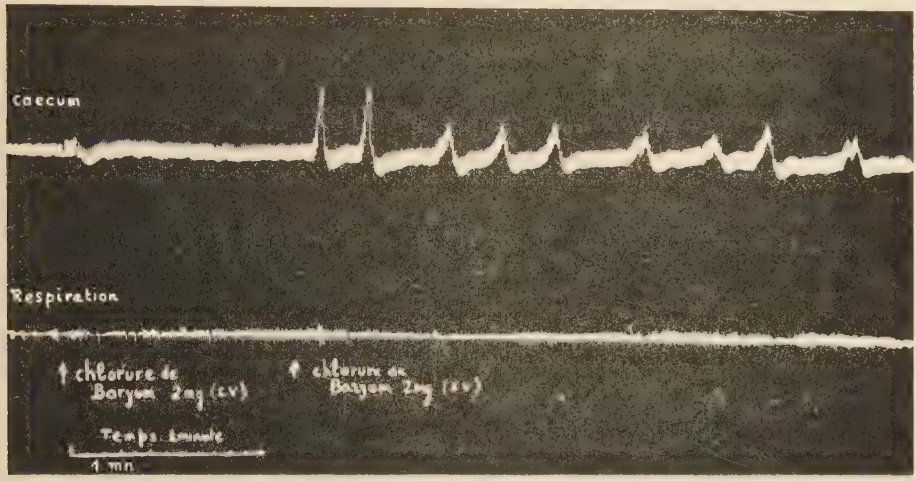
Des doses de 10 µg, puis de 20 et 30 µ d'adrénaline ont eu des effets sympathomimétiques discrets, mais tout de même discernables. On note immédiatement après l'injection une légère diminution du tonus qui provoque un accident en dépression sur la courbe; le retour à la tension initiale est assez lent et demande deux minutes environ (graphique V).

c) *Chlorure de baryum*

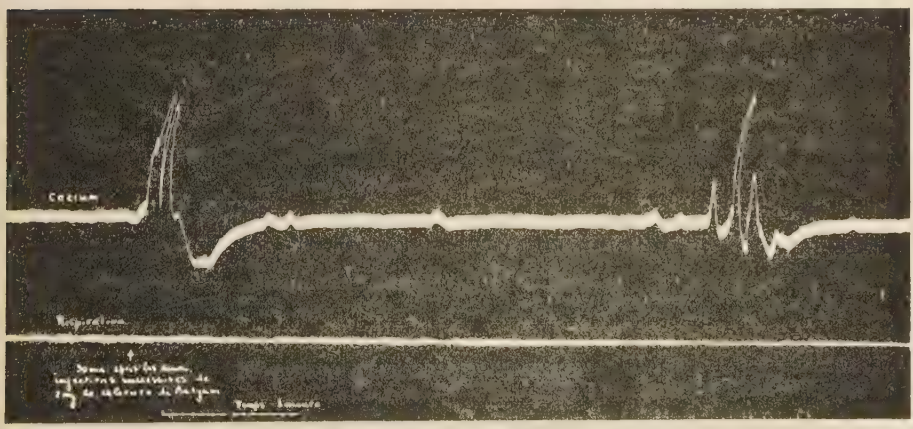
L'injection intraveineuse de 2 mg de chlorure de baryum entraîne, après un temps de latence, d'amples mouvements contracturants se prolongeant fort avant dans le temps.

Ainsi, chez un poulet de 1 920 g, nous obtenons, 40 secondes après l'injection, de brusques et intenses

mouvements du stylet; sept autres contractions plus progressives ce sont inscrites en 34 mn (graphique VI).



Graphique VI. — Action sur la motricité cæcale de l'injection intraveineuse de chlorure de Baryum (2 mg)



Graphique VII. — Motricité cæcale 30 minutes après deux injections intraveineuses successives de 2 mg de chlorure de Baryum.

Après une rémittence d'une demi-heure, nous avons relevé deux salves successives, suivies d'une ample décontraction, cette phase s'étendant sur 12 mn.

Une inertie de 30 mn, que l'on croyait définitive, était en fait suivie de trois salves contracturantes (graphique VII).

Jamais des enregistrements longue durée de la motricité cæcale spontanée n'avaient pu déceler le moindre mouvement moteur. Ces réponses cæcales soulignent, semble-t-il, le pouvoir d'accumulation et de toxicité musculaire du chlorure de baryum, actif ainsi 100 mn après l'injection.

B. ETUDE *IN VITRO*

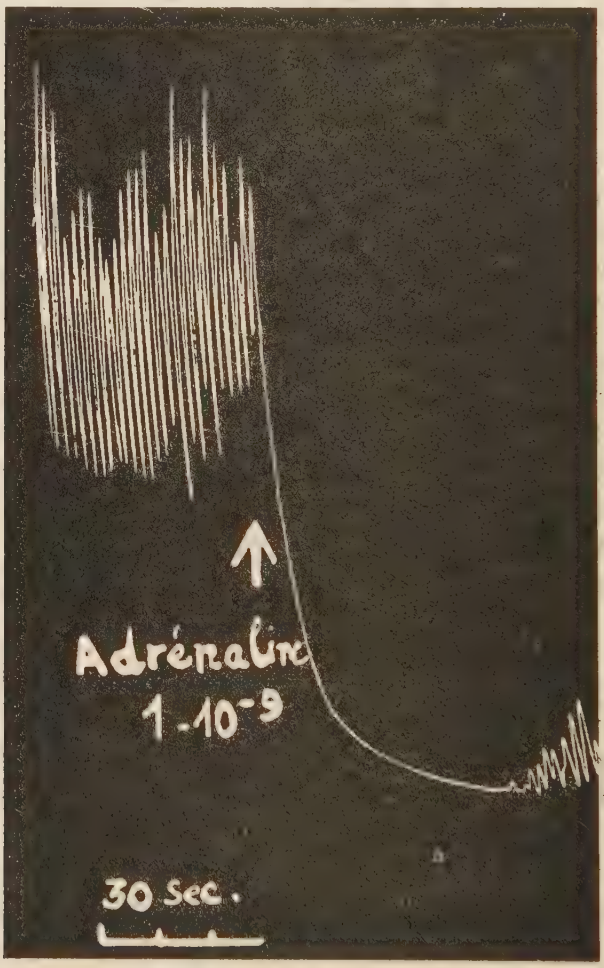
La première étude des effets de diverses substances sur le muscle cæcal de la poule a été faite par Barsoum et Gaddum en 1935. Ces auteurs avaient déjà relevé une grande sensibilité à l'adrénaline et une moins grande influence de la noradrénaline.

Cleugh, Gaddum et leurs collaborateurs, en 1961, ont à leur tour utilisé le muscle cæcal et l'ont employé pour la recherche et le titrage d'un polypeptide, la substance P. Il nous a semblé intéressant de préciser la sensibilité réactionnelle du muscle cæcal, devenu ainsi un élément de testage aux excitants pharmacologiques usuels.

I. Méthodes d'étude

Nous avons utilisé le matériel d'étude décrit lors de l'examen de la motricité *in vitro*. Le prélèvement cæcal plonge dans un bain de Tyrode à 40°C titrant 2 g de glucose par litre. Afin d'éliminer l'accumulation de substances actives, un dispositif de remplissage et de vidange de la cuve de 100 ml, où plongeait le cæcum, permettait un lavage et un rinçage du milieu de l'organe. Les excitants pharmacologiques étaient laissés en contact avec le tissu pendant quinze secondes environ. Dans un premier cycle d'expériences, nous avons monté l'organe

sur deux embouts plastiques perforés, permettant ainsi une ouverture de la lumière et la pénétration des substances versées dans le bain au contact intime de la muqueuse. Nous avons cru ainsi observer une sensibilité



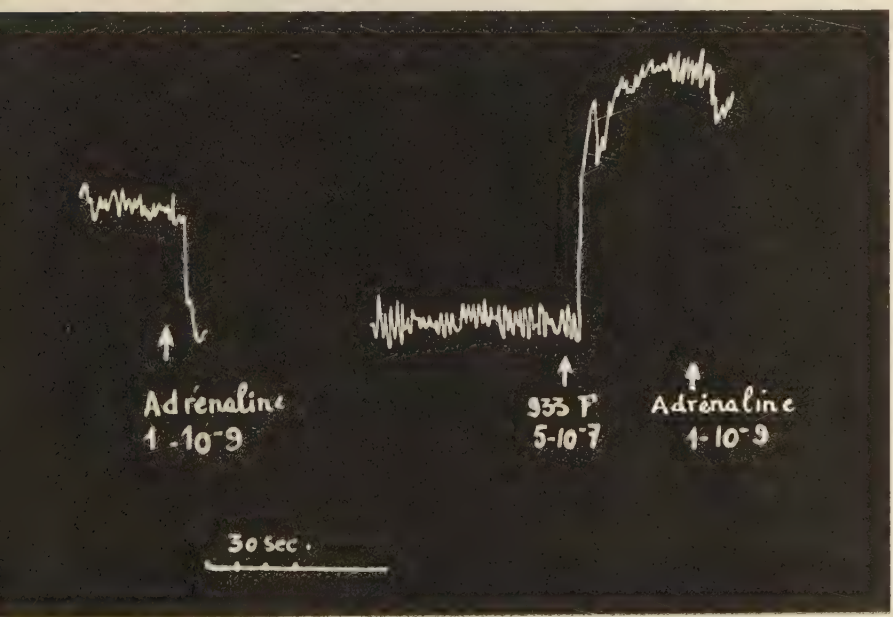
Graphique VIII. — Sensibilité du cæcum de poule à l'adrénaline.

plus grande de l'organe; en fait, une seconde série d'expériences, menée avec des prélèvements ligaturés aux deux extrémités, nous a conduit à relever des réactions tout aussi sensibles.

Les résultats que nous consignerons ci-dessous seront comparés à ceux obtenus avec des duodénums de lapin dans les mêmes conditions d'expérimentation, mais en utilisant un bain de Tyrode à 38°C, titrant 1 g de glucose par litre.

II. Résultats

Les doses évoquées sont les dilutions minima nécessaires pour provoquer une réaction motrice décelable.



Graphique IX. — Sensibilité du cæcum de poule à diverses substances pharmacodynamiques

a) *Sympathomimétiques*

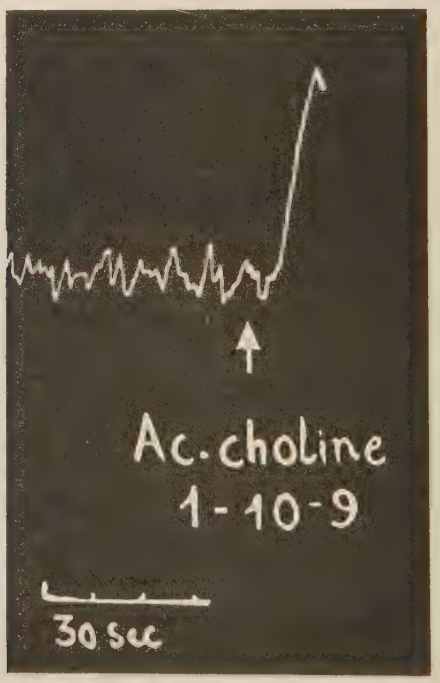
— *Adrénaline.*

L'apport d'une solution d'adrénaline à la concentration de 1. 10^{-7}, soit 1. 10^{-9} à la cuve, provoque constamment la décontraction du muscle cæcal. C'est là une réaction très sensible qu'il convient de noter.

b) *Adrénolytique*

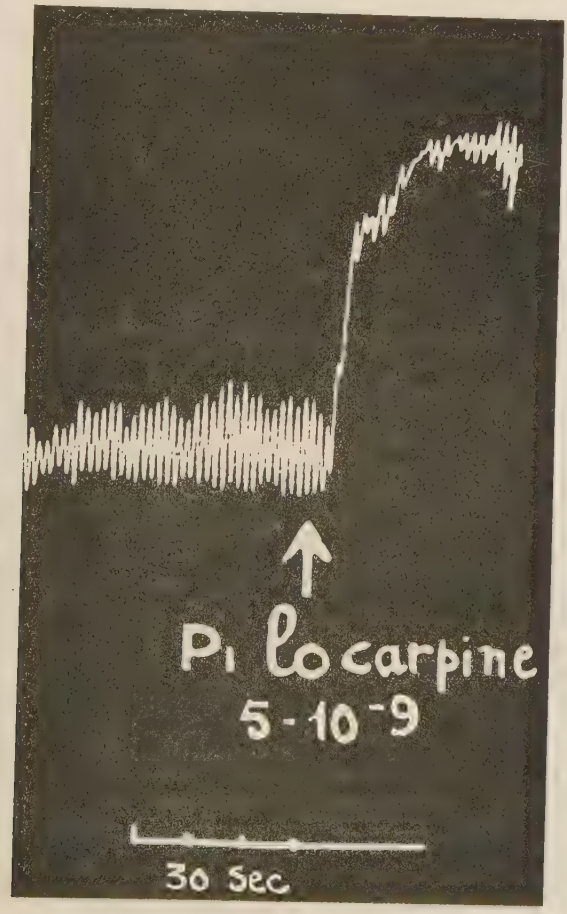
— *933 F* (*Pipéridino-méthyl-benzodioxane*).

Une concentration de 5. 10^{-7} à la cuve de ce produit entraîne une contraction du prélèvement cæcal, contrac-



Graphique X. — Action de l'acétyl-choline

tion nette et constante. Lors de certaines expériences, nous avons ajouté à cette dose active de substance, de l'adrénaline à la concentration de 1. 10^{-9}; nous avons observé dès lors l'inhibition de la phase décontractive précédemment provoquée par l'adrénaline.

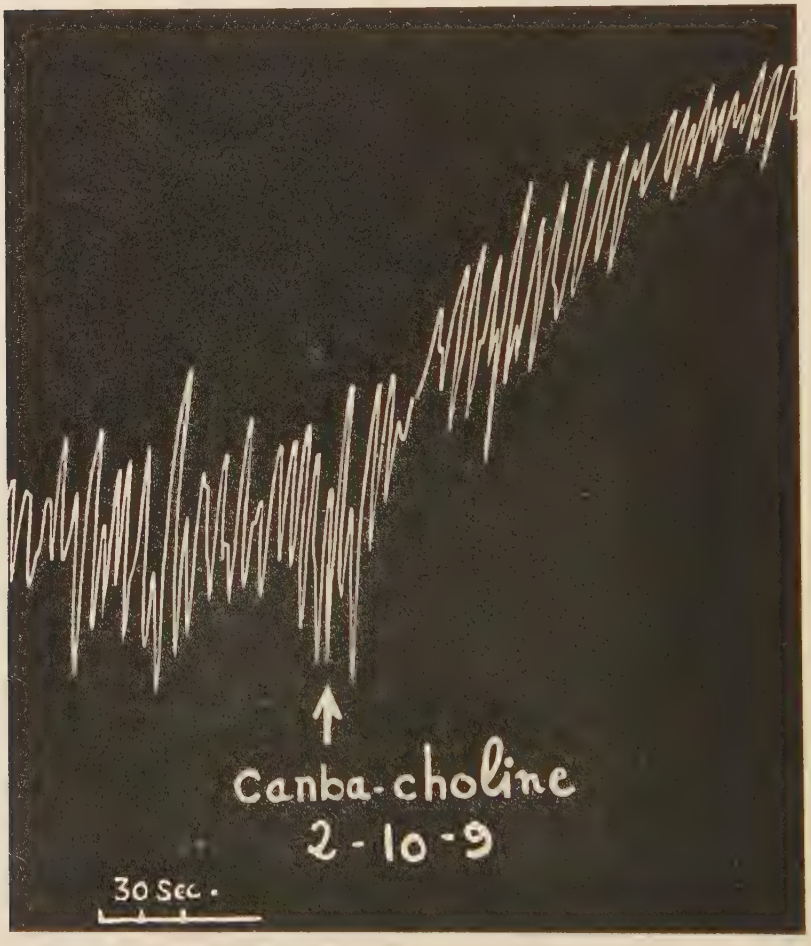


Grapique XI. — Action de la pilocarpine

c) *Parasympathomimétiques*

— *Acétyl-choline.*

L'effet moteur est obtenu avec une concentration de 1. 10^{-9} et la contraction obtenue est toujours ample.



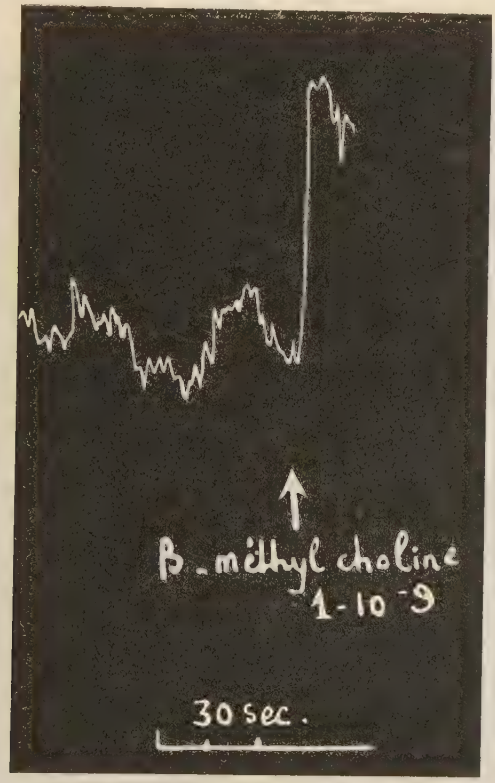
Graphique XII. — Sensibilité du cæcum de poule à la carba-choline

— *Pilocarpine* (*nitrate*).

Ici aussi nous avons relevé une sensibilité particulière du muscle cæcal, qui répond à une dilution de 5. 10^{-9}.

— *Carba-choline* (*chlorure*).

Une concentration de 2. 10^{-9} provoque une contraction décelable.



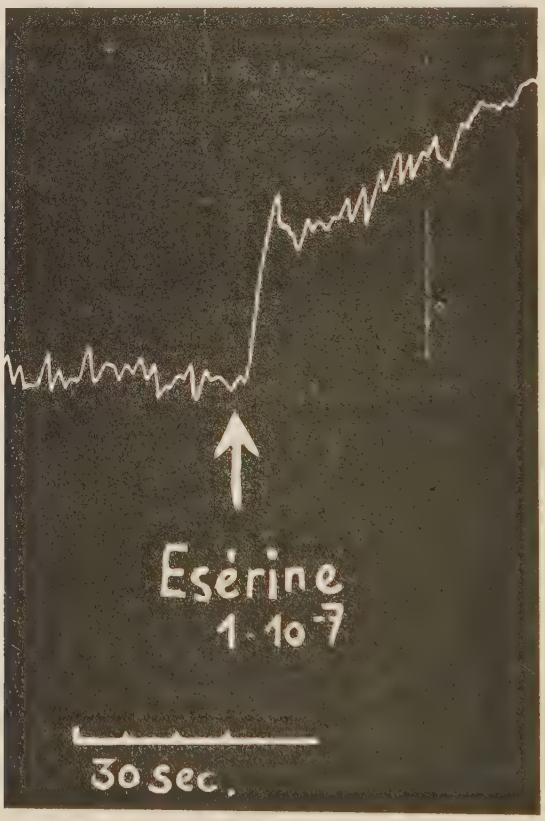
Graphique XIII — Action de la β méthyl-choline

— *β Méthyl-choline.*

Ici la sensibilité du cæcum est plus grande et il réagit à une dilution de 1. 10^{-9} à la cuve.

— *Esérine* (*sulfate*).

Une dilution de 1. 10^{-7} provoque une contraction nette du muscle cæcal. D'autre part, nous constatons ensuite le phénomène classique : potentialisation des effets contracturants d'une faible dose d'acétyl-choline (1. 10^{-9}).

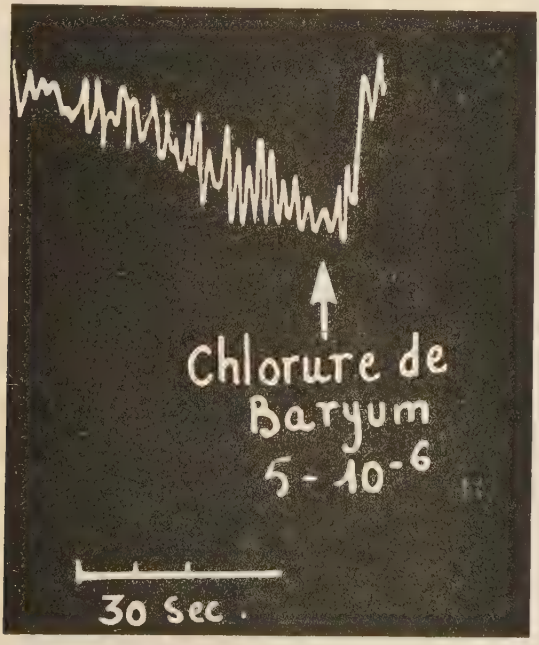


Graphique XIV. — Action de l'ésérine

d) *Chlorure de baryum*

In vitro, le chlorure de baryum provoque une action contracturante à la dilution de 5. 10^{-6}.

Il nous a semblé souhaitable de résumer en un tableau l'action de ces substances et de la comparer à leur action sur le duodénum de lapin.



Graphique XV
Action du chlorure de baryum

SUBSTANCES PHARMACODYNAMIQUES	CÆCUM POULE	DUODÉNUM LAPIN
Sympathomimétiques :		
Adrénaline.	1. 10^{-9}	1. 10^{-7}
Para-sympathomimétiques :		
Acétyl-choline.	1. 10^{-9}	5. 10^{-9}
Pilocarpine (nitrate) .	5. 10^{-9}	0,5. 10^{-6}
Carba-choline (chlorure).	2. 10^{-9}	5. 10^{-9}
β Méthyl-choline.	1. 10^{-9}	5. 10^{-9}
Adrénolytiques :		
933 F.	5. 10^{-7}	1. 10^{-8}
Anticholinestérasiques :		
Esérine (sulfate)	1. 10^{-7}	1. 10^{-7}
Chlorure de Baryum . .	5. 10^{-6}	5. 10^{-6}

Sensibilité comparée
du cæcum de la poule et du duodénum de lapin
à diverses substances pharmacodynamiques

C. Conclusion

Il apparaît que le cæcum des volailles présente des réactions normales par rapport à ce que l'on sait déjà dans le domaine pharmacodynamique. Mais il convient de noter une sensibilité toute particulière aux diverses substances pharmacodynamiques et. en particulier, aux dilutions élevées d'adrénaline.

Il est bon de noter également que quelques essais pharmacologiques effectués dans les mêmes conditions sur le jéjunum de poule ont révélé une égale sensibilité de cet organe, sensibilité qui apparaît donc spécifique à l'espèce.

CONCLUSION

Dans une première partie, nous aidant des moyens d'investigation et d'enregistrement déjà utilisés chez d'autres espèces, nous avons tenté d'étudier l'absorption et la motricité des cæcums des volailles.

Nos études sur l'absorption ont porté seulement sur des substances non alimentaires. Toutefois, elles ont révélé que des molécules relativement volumineuses, telles celles de strychnine, de pentobarbital, franchissent l'épithélium cæcal. Il est donc permis de supposer que dans les conditions normales des molécules plus petites franchissent aussi cette barrière.

Ainsi, les nutriments libérés par les actions digestives (sucs digestifs ou métabolites microbiens) pourraient également être absorbés, et en particulier les acides gras volatiles, acétique, butyrique et propionique. Ce ne serait d'ailleurs qu'un phénomène très général, car l'on sait que chez les mammifères les acides gras volatiles sont résorbés au lieu même de leur formation, dans les réservoirs gastriques chez les ruminants, au niveau du cæcum et du colon chez le cheval et le lapin. On peut, dès lors, relever la possibilité d'une certaine récupération et également un intérêt pathologique éventuel si l'on songe au passage à travers le cæcum de substances résultant de putréfactions diverses, du type des amines

toxiques par exemple. Cependant, il reste à ce propos le point particulier soulevé par l'histamine, dont nous n'avons pu jusqu'à présent relever l'absorption.

Notre contribution à l'étude de la motricité n'a pas permis de préciser ses modalités intimes.

Nos études *in situ*, reposant sur un protocole opératoire utilisé jusqu'alors chez les mammifères, n'a pas permis de déceler et d'enregistrer *in vivo* un mouvement moteur de la part du cæcum. Pourtant, des matières pultacées s'y trouvent, la sensibilité de l'enregistrement nous a paru suffisante; seule l'anesthésie jointe à la rareté des contractions spontanées pourraient être à l'origine de notre échec. Il serait peut-être bon, dans un nouveau cycle de recherches, de créer une fistule cæcale permanente, au même titre que la fistule intestinale réalisée par HOWARD et ses collaborateurs et d'éliminer ainsi l'anesthésie et la relative brièveté des enregistrements. D'autant que les renseignements recueillis *in vitro* permettent de conclure à un automatisme net de la paroi cæcale et à des possibilités motrices, modérées certes, mais peu compatibles avec l'atonie relevée *in vivo*.

Dans la seconde partie de cette étude, nous nous sommes efforcé d'analyser les réactions particulières du muscle cæcal aux substances pharmacodynamiques. Les quelques résultats recueillis sont en harmonie avec les recherches déjà entreprises chez les autres espèces. Il est bon toutefois de noter une grande sensibilité à certaines substances et c'est surtout cette particularité qu'il convient de relever.

Vu : *Le Professeur de l'École Vétérinaire,*
Rapporteur,

LE BARS.

Vu : *Le Directeur de l'École Vétérinaire,*

P. PONS.

Vu : *Le Président de la Thèse,*

Y. LAPORTE.

Vu : *Le Doyen,*

LAZORTHES.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Toulouse, le 10 avril 1962.

Le Recteur,
Président du Conseil de l'Université,

DOTTIN.

BIBLIOGRAPHIE

Barsoum (G. S.) et Gaddum (J. H.). — The pharmacological estimation of adenosine and histamine in blood. *J. Physiol.* (London), 1935, 85, 1-4.

Browne (T. G.). — Some observations on the digestive system of the fowl. *J. Comp. Pathol. et Thérap.*, 1922, 35, 12-32.

Charnock (H.), Bradley (J.) et Grahamet (J. C.). — The structure of the fowl. Oliver and Boyd. Edinburgh and London, 4e éd., 1960, 142-143.

Cleugh (J.), Gaddum (H.), Holton (P.) and Leach (E.). — Assay of substance P on the fowl rectal cæcum. *Brit. J. Pharmacol.*, 1961, 17, 144-158.

Couch (J. R.), German (H. L.), Knigt (D. R.), Patricia Sparks and Paerson (P. B.). — Importance of the cæcum in intestinal synthesis in the mature domestic fowl. *Poultry Sc.*, 1950, 29, 52-58.

Ferrando (R.), Froget (J.), Heude (B.). — Transit chez le poulet par la méthode radiographique. *Rev. Méd. Vét.*, 1961, 137, 357-365.

Henry (K. M.), Mac Donald (A. J.), Magee (H. E.). — Cité par Ferrando (R.).

Howard (J.), Newman (Ph. O.), Wight Taylor (Ph. D.). — A cannulated Thiry-vella Fistula in the chicken. *Am. J. Veter. Res.*, 1958, 19, 473-477.

— Cité par Couch.

JOHANSSON (K. R.), SARLES (W. B.) and SHAPIRO (S. K.).

LEBRUMENT (J.). — Etude de la motricité des réservoirs gastriques chez les Ruminants. *Thèse Doct. Vét.*, Alfort, 1954.

MANGOLD (E.). — Handbuch der Ernährung und der Stoffwechsels der landwirtschafthichen Nutztiere: Die Verdauung dir Geflügels. Band 2. Berlin. Verlag J. Springer, 1929.

MARSHALL (A. J.). — Biology and Comparative physiology of birds. *Academic Press*, vol. 1, 1960, 443-444.

MAUMUS (J.) et LAUNOY (L.). — La digestion cæcale chez les oiseaux. *Bull. Muséum National d'Hist. Nat.* Paris, 7, 1901, 361-366.

MITCHELL (P. C.). — Cité par Marshall (A. J.).

OLSON (C.) and MANN (F. C.). — The physiology of the cæcum of the domestic fowl. *Jour. Amer. Vet. Med. Assoc.*, 1935, 87, 151-159.

SIMONNET (H.), LE BARS (H.) et HEIM DEBALZAC (H.). — Rôle physiologique des cæcums des oiseaux de basse-cour. Elaboration de la vitamine B_{12}. *C. R. Acad. Agric.*, 1953, 39, 775-780.

STEINMETZER (K.). — Cité par Ferrando.

SUNDE (M. L.), CRAVENS (W. W.), ELVGHJUN (C. A.), HALPIN (J. G.). — The effet of diet and cecectomy on the intestinal synthesis of biotin. *Poultry Science*, 1950, 29, 10-14.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS 9

INTRODUCTION 11

PREMIÈRE PARTIE : *Rappels d'anatomie* 13

DEUXIÈME PARTIE : *Physiologie* 17

A. Etat actuel de nos connaissances 19

1. La dynamique des cæcums 19

a) Remplissage 19

b) Vidange 20

2. Le rôle des cæcums 20

a) Digestif 20

b) Elaborateur 21

B. L'absorption 25

1. Méthodes d'étude 25

a) Passage d'une substance à effet pharmacodynamique 25

b) Dosages sanguins 26

c) Perfusions 27

2. Choix d'une méthode 27

3. Recherches sur l'animal non anesthésié 28

a) Modalités opératoires. 28
Strychnine. 28
Anesthésiques généraux. 29
b) Résultats. 30
Strychnine. 30
Anesthésiques généraux. 33
4. Recherches sur l'animal anesthésié. . . . 34
a) Modalités opératoires. 34
Anesthésie. 35
Isolement de la carotide. 35
Préparation du cæcum. 36
b) Résultats. 36
Adrénaline. 36
Histamine. 39
Acétyl-choline. 40
5. Conclusions. 43
C. La motricité. 45
1. Généralités. 45
2. Motricité « in situ ». 46
a) Méthodes d'étude. 46
Non chirurgicales. 46
Sanglantes. 48
b) Technique employée. 49
Préparation du sujet. 49
Matériel utilisé. 50
Critique. 50

c) Résultats obtenus. 51
Etude des courbes. 51
Interprétation des résultats. 52
3. Motricité « in vitro ». 53
a) Technique employée. 53
b) Résultats. 55

TROISIÈME PARTIE : *Pharmacologie*. 57

A. Etude « in situ ». 58
1. Modalités opératoires. 58
2. Résultats obtenus. 58
a) Acétyl-choline. 58
b) Adrénaline. 60
c) Chlorure de baryum. 60

B. Etude « in vitro ». 63
1. Méthodes d'étude. 63
2. Résultats. 65
a) Sympathomimétique. 66
b) Adrénolytique. 66
c) Parasympathomimétique. 68
d) Chlorure de baryum. 71

C. Conclusions. 72

CONCLUSIONS. 75

BIBLIOGRAPHIE. 79